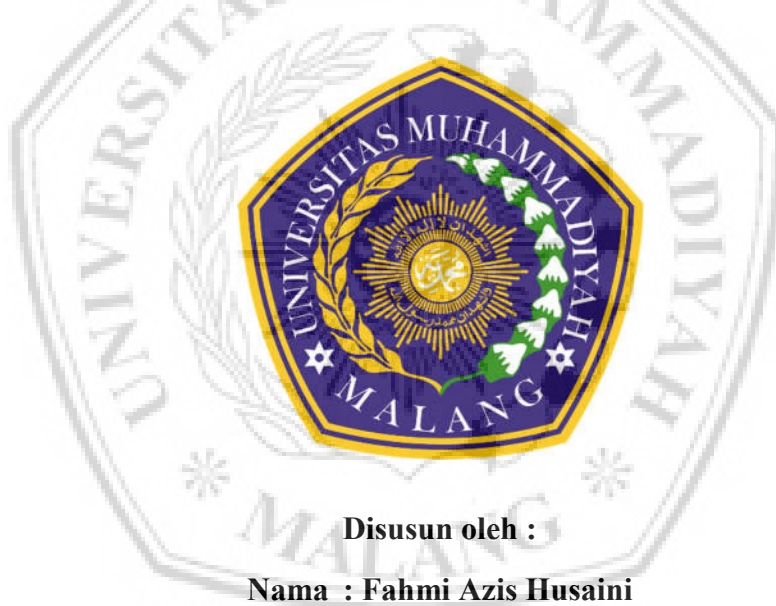


**DESAIN *STATOR TEETH* TERHADAP *SURFACE*
PERMANENT MAGNET GENERATOR PADA TURBIN
ANGIN BERSKALA KECIL UNTUK MENGURANGI
*COGGING TORQUE***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Guna Meraih Gelar Strata 1
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun oleh :

Nama : Fahmi Azis Husaini

NIM : 201410130311003

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:

FAHMI AZIS HUSAINI

NIM : 201410130311003

Tanggal Ujian : 20 Maret 2019

Periode Wisuda : 27 April 2019

- 
1. Ir. M. Irfan, MT (Pembimbing I)
NIDN : 0705106601
 2. Ir. Nur Alif Mardiyah, MT (Pembimbing II)
NIDN : 0718036502
 3. Ir. Nur Kasan, MT (Penguji I)
NIDN : 0707106301
 4. Widianto, ST., MT (Penguji II)
NIDN : 0722048202

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Nur Alif Mardiyah, MT.
NIDN : 0718036502

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul :

**“DESAIN STATOR TEETH TERHADAP SURFACE PERMANENT
MAGNET GENERATOR PADA TURBIN ANGIN BERSKALA KECIL
UNTUK MENGURANGI COGGING TORQUE”**

Dalam mewujudkan semua yang lebih baik, kami selalu berhadapan dengan segala macam hambatan. Tidak lain halnya dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini, banyak hambatan yang harus penulis dapat lewati, tetapi berkat bantuan dari beberapa pihak akhirnya penulis dapat melampauinya dengan baik dan benar.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan keterampilan yang penulis miliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari seluruh pihak sangat diharapkan untuk perbaikan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Maret 2019

Fahmi Azis Husaini

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERNYATAAN	
INTISARI	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	5
2.2 Konsep Dasar Generator	7
2.3 Topologi Generator <i>Surface</i> Magnet Permanen.....	7
2.3.1 Stator	7
2.3.2 Rotor	8
2.3.3 Magnet Permanen	8
2.3.4 Airgap	9
2.3.5 Dimensi Utama Generator	9

2.3.6 Ukuran Stator dan Rotor	9
2.4 Konsep Umum Torsi Denyut (<i>Cogging Torque</i>)	12
2.5 Metode <i>Stator Tooth Width</i>	13
2.5.1 <i>Uniform Tooth Width</i> (Lebar Gigi Sejenis)	13
2.5.2 <i>Nonuniform Tooth Width</i> (Lebar Gigi Tidak Sejenis)	14
2.5.2.1 Ketika n_l Genap	14
2.5.2.2 Ketika n_l Ganjil	15
2.6 Hubungan Torsi Cogging dengan <i>Stator Teeth</i>	15
2.7 Konversi Daya dan Torsi Generator	16
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Informasi dan Data	18
3.1.1 Model Generator	18
3.1.2 Pemilihan Material Stator dan Rotor	19
3.1.3 Pemilihan Material Magnet Permanen	19
3.1.4 Pemilihan Material Lilitan	20
3.2 Perancangan Model Referensi	21
3.2.1 Perhitungan Dimensi Utama Generator	21
3.2.2 Perhitungan Hubungan Stator dengan Rotor	21
3.2.3 Perhitungan Lebar <i>Teeth</i> (Gigi) dengan Metode <i>Stator Tooth Width</i>	24
3.2.3.1 <i>Uniform Tooth Width</i> (Lebar Gigi Sejenis)	24
3.2.3.2 <i>Nonuniform Tooth Width</i> (Lebar Gigi Tidak Sejenis)	25
3.3 Simulasi Model	26
3.3.1 Pembuatan Stator	26
3.3.2 Pengaturan Simulasi Variasi Kecepatan	27
3.3.3 Pengaturan Rangkaian Simulasi Tanpa Beban dan Dengan Beban	29
3.3.4 Pengaturan Simulasi Torsi Cogging	30
 BAB IV HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN	32
4.1 Hasil Desain Model Referensi SPMG 12 Slot 8 Pole Lebar Gigi 13 mm	35
4.1.1 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Tanpa Beban	36
4.1.2 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Berbeban	38

4.1.3 Hasil Simulasi Torsi Cogging Model Referensi Lebar Gigi 13 mm	41
4.2 Hasil Desain Model SPMG 12 Slot 8 Pole Lebar Gigi Sejenis	44
4.2.1 Model SPMG 12 Slot 8 Pole dengan Lebar Gigi 10 mm	44
4.2.1.1 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Tanpa Beban	45
4.2.1.2 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Berbeban	47
4.2.1.3 Hasil Simulasi Torsi Cogging Lebar Gigi 10 mm	49
4.2.2 Model SPMG 12 Slot 8 Pole dengan Lebar Gigi 18 mm	51
4.2.2.1 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Tanpa Beban	52
4.2.2.2 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Berbeban	54
4.2.2.3 Hasil Simulasi Torsi Cogging Lebar Gigi 18 mm	56
4.3 Hasil Desain Model SPMG 12 Slot 8 Pole Lebar Gigi Tidak Sejenis	58
4.3.1 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Tanpa Beban	59
4.3.2 Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dalam Kondisi Berbeban	61
4.3.3 Hasil Simulasi Torsi Cogging Lebar Gigi Tidak Sejenis	63
4.4 Perbandingan Model	65
4.4.1 Perbandingan Tegangan Dalam Kondisi Tanpa Beban	65
4.4.2 Perbandingan Torsi Cogging	66
4.4.3 Perbandingan Daya Output	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	

DAFTAR LAMPIRAN

Lembar Bimbingan Pembimbing 1

Lembar Bimbingan Pembimbing 2



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haqqqi, M.H., Nugroho, G., Musyafa', A., "Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Jenis Savonius dengan Variasi Jumlah Blade Terintegrasi Circular Shield untuk Memperoleh Daya Maksimum", Tek. POMITS 7, 1–6, 2013.
- [2] Indriani Anizar, "Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performa Generator Sinkron Fluks Radial", ELECTRICIAN–Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, vol. 9, pp. 1-10, Bengkulu, Mei, 2015.
- [3] Asyari Hasyim, dkk, "Pengaruh Perbandingan Konstruksi Stator Terhadap Tegangan Keluaran Generator Linier", Jurnal Emitter, vol. 16, pp. 1-11, Surakarta.
- [4] Hong Chen, Ronghai Qu, "Comparison of Interior and Surface Permanent Magnet Machines with Fractional Slot Concentrated Windings for Direct-Drive Wind Generators", International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), pp. 1-6, China, Oktober, 2014.
- [5] Gyeong-Chan Lee, Seung-Han Kam, Tae-Uk Jung, "Design on Permanent Magnet Structure of Radial Flux Permanent Magnet Generator for Cogging Torque Reduction And Low Torque Ripple", Kyungnam University, pp. 1–9, Korea.
- [6] Alfredo R. Munoz, Feng Liang, Michael W Degner, "Evaluation of Interior PM and Surface PM Synchronous Machines with Distributed and Concentrated Windings", IEEE, pp. 1-5, Michigan, 2008.
- [7] Pramurti Adeguna Ridlo, dkk, "Review Perbandingan Metode Meminimalkan Torsi Denyut Pada Outer-Rotor Dan Dual-Stator Generator Magnet Permanen Fluks Radial Pada Teknologi PLTB Skala Kecil", Prosiding SNST ke-7, pp. 1-6, Semarang, 2016.

- [8] Jiang Xintong, etc, "Theoretical and Simulation Analysis of Influences of Stator Tooth Width on Cogging Torque of BLDC Motors", IEEE Transactions On Magnetics, vol. 45, pp. 1-4, Oktober, 2009.
- [9] Ryski, "Kajian Kelayakan Potensi Energi Angin Pada Kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak Untuk Dimanfaatkan Menjadi Energi Listrik", Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
- [10] Duane Hanselman, "*Brushless Permanent Magnet Motor Design : Second Edition*", Magna Physics Publishing, USA, Ch. 1, 2003.
- [11] Edwards, J.D., "*Course in Electromechanics, Year I*". 2004.
- [12] T. J. E. Miller, "*Brushless Permanent-Magnet and Reluctance Motor Drives*", Oxford Science Publications, New York, Ch. 3, 1989.
- [13] Irasari, P., Alam, H.S., Kasim, M., "*Analytical Design Method of 3 Kw, 200 RPM Permanent Magnet Generator for Renewable Energy Power Plant Applications.*" Research Center for Electrical Power and Mechatronics, Indonesian Institute of Sciences 12. 2013.
- [14] Stephen J. Chapman, "*Electric Machinery Fundamentals, Fifth Edition*", Ch 3, 2012.
- [15] Gieras, J.F., Wing, M., "*Permanent Magnet Technology*", United States of America, 2002.
- [16] Suhada, Octa Meggy., "Analisa Rancangan Generator Magnet Permanen Fluks Radial Kecepatan Rendah Berbasis MagNet 7.5" Universitas Riau, 2018.